

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



| | |
|-------------------|-----|
| REC'D 26 MAR 2003 | |
| WIPO | PCT |

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 15 432.5

Anmeldetag: 08. April 2002

Anmelder/Inhaber: Zumbach Electronic AG,
Orpund/CH

Bezeichnung: Berührungsloses Zentritäts- und
Durchmesser-Messsystem

IPC: G 01 B, H 01 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 31. Mai 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Zitzenzier

BEST AVAILABLE COPY

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur berührungslosen Bestimmung einerseits des Außendurchmessers eines Stranges, der einen Leiter umhüllt sowie isoliert und in Richtung der Mittelachse dieser Vorrichtung durch diese Vorrichtung hindurchgezogen wird, mittels einer optischen Messvorrichtung, welche den Außendurchmesser in einer ersten Messebene, die senkrecht und quer zur Mittelachse Z der Vorrichtung angeordnet ist, ermittelt, und andererseits der Zentrizität des Leiters in der Umhüllung mittels einer induktiven Messspulenvorrichtung in einer zweiten Messebene, die ebenfalls senkrecht und quer zur Mittelachse Z der Vorrichtung angeordnet ist.

Bei dem Strang handelt es sich insbesondere um ein Kabel. Bei der Herstellung von derartigen Strängen und insbesondere Kabeln wird die Umhüllung bzw. der Mantel normalerweise durch Extrusion auf den Leiter aufgebracht. Dieser Leiter kann aus einer Schicht oder aus mehreren Schichten zusammengesetzt sein, die konzentrisch um den Leiter verlaufen.

Die Erfindung wird im folgenden aus Gründen der einfacheren Darstellbarkeit anhand von Kabeln und der Herstellung von Kabeln erläutert, wobei der Begriff "Kabel" stellvertretend für alle Arten von Strängen steht, die einen Leiter aufweisen. Für Kabel ist es wesentlich, dass diese einerseits den erforderlichen Durchmesser besitzen, um die geforderten elektrischen Eigenschaften aufzuweisen und um insbesondere ausreichend zu isolieren. Andererseits ist es von Bedeutung, dass der Leiter zentrisch im Kabelmantel bzw. in der Umhüllung verläuft.

Es sind schon zahlreiche Vorrichtungen bekannt, mit denen entweder der Außendurchmesser eines Kabels und/oder die Zentrizität des Leiters in einem Kabel bestimmt werden können. So ist beispielsweise in der DE 17 709 eine Vorrichtung zur Messung und Regelung der Wanddicke von

isolierten Strängen beschrieben. Bei dieser Vorrichtung wird die Exzentrizität mit Hilfe einer Induktionsmessung ermittelt. Dazu sind im Umfangsabstand um das Kabel herum angeordnete induktive Sensoren vorgesehen, die auf das Magnetfeld ansprechen, das ein im Leiter induzierter Strom erzeugt. Ferner sind bei dieser bekannten Vorrichtung zwei optische Anordnungen vorhanden, die um 90° zueinander versetzt sind, so dass ihre Messachsen senkrecht aufeinander stehen. Mit Hilfe dieser optischen Anordnungen lässt sich die Lage des Kabelmantels bestimmen.

- 10 Diese bekannte Vorrichtung besitzt einen Messkopf, der beispielsweise horizontal und vertikal verstellbar ist und der in seiner Lage so eingestellt werden kann, dass der Leiter zentrisch zum Messkopf verläuft.

Außerdem ist aus der CH 667 327 A5 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Prüfung der Wandstärke einer isolierenden Schicht bekannt. Diese Vorrichtung weist einerseits eine Messvorrichtung zur Bestimmung des Außendurchmessers und andererseits eine Messvorrichtung zur Ermittlung der Wandstärke der Isolation auf. Die dabei ermittelten Messwerte werden einem Rechner zugeführt, welcher die Exzentrizität des Leiters und die Wandstärke errechnet. Bei der Messvorrichtung zur Messung der

- 20 Wandstärke der Isolation des Kabels handelt es sich um ein induktiv arbeitendes Gerät, welches auf dem Wirbelstromprinzip basiert und den durch den bewegten Leiter induzierten Strom ermittelt. Ein derartiges Messprinzip wird im Rahmen der vorliegenden Unterlagen als "passiv" bezeichnet.

- 25 Bei dieser bekannten Vorrichtung sind die beiden genannten Messvorrichtungen in axialer Richtung und somit in Richtung des Leiters voneinander beabstandet. Damit weisen auch die optische Messebene und die induktive Messebene einen Abstand auf.

Eine weitere Vorrichtung zur Bestimmung der Position eines Leiters relativ zur Außenfläche einer extrudierten Umhüllung ist aus der EP-A-0 612 975

bekannt. Es wird dort betont, für die elektrischen und mechanischen Eigenschaften eines extrudierten Kabels sei es wichtig, dass der Leiter entlang der zentralen Achse des Kabels platziert sei. Zur Bestimmung der Exzentrizität wird bei dieser bekannten Vorrichtung eine Kombination aus
5 einer optischen Vorrichtung zur Bestimmung des Außendurchmessers und einer induktiv arbeitenden Vorrichtung zur Bestimmung der Position des Leiters in der Isolierung bzw. der Umhüllung zur Anwendung gebracht.

Die optische Vorrichtung weist zwei Lichtquellen auf, die in einem Winkel von 90° zueinander angeordnet sind und Licht senkrecht zur Längsachse
10 des Kabels senkrecht auf dieses und somit einerseits in Richtung der X-Achse und andererseits in Richtung der Y-Achse emittieren. Den Lichtquellen gegenüber liegt jeweils eine Lichtmessvorrichtung. Auf diese Weise kann der Außendurchmesser des zu vermessenden Kabels bestimmt werden.

15 Des weiteren sind zwei Paare von Induktionsspulen vorhanden, die beidseits des Kabels angeordnet sind. Ein Spulenpaar ist dabei in Richtung der X-Achse und das andere in Richtung der Y-Achse angeordnet. Wird nun der Leiter des zu vermessenden Kabels mit einem Wechselstrom beaufschlagt, dann wird ein magnetisches Feld erzeugt, das
20 durch die Induktionsspulen gemessen wird. Sind die in den Induktionsspulen gemessenen Ströme gleich stark, dann befindet sich der Leiter in der Mitte zwischen den Spulenpaaren und somit in zentraler Lage.

Auch bei dieser bekannten Vorrichtung liegen die Messebenen zur optischen Bestimmung des Außendurchmessers und zur induktiven
25 Bestimmung der Exzentrizität axial hintereinander. Werden somit der Außendurchmesser und die Exzentrizität zu irgendeinem Zeitpunkt gleichzeitig gemessen, dann beziehen sich die dabei ermittelten Werte auf unterschiedliche und axial voneinander beabstandete Stellen bzw. Orte des extrudierten Kabels.

Weitere Vorrichtungen der hier in Rede stehenden Art sind beschrieben in CH-A 542 426, CH-A 683 370 und CH-A 463 124. Ein neueres Verfahren zur Messung des Durchmessers eines Stranges ist in der DE-A 197 57 067 erläutert.

5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung bereitzustellen, mit der der Außendurchmesser eines Stranges und insbesondere eines Kabels und die Exzentrizität des Leiters dieses Stranges/Kabels auf einfache Weise gleichzeitig am selben Ort des Stranges gemessen werden kann.

10 Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung gemäß der Lehre der Patentansprüche.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird der zu vermessende Strang bzw. das zu vermessende Kabel, das insbesondere aus einer Extrusionsanlage stammt, in Richtung der Mittelachse durch die
15 erfindungsgemäße Vorrichtung hindurchgezogen. Diese Vorrichtung stellt insbesondere eine Art von Joch dar, auf das später eingegangen wird.

Der Leiter des Kabels weist eine isolierende Umhüllung auf. Ist der Leiter zentrisch in der Umhüllung angeordnet und befindet sich das zu vermessende Kabel mittig in der Messvorrichtung bzw. in dem Joch, dann
20 fällt die Leiterachse mit der Mittelachse der erfindungsgemäßen Vorrichtung zusammen.

Zur Bestimmung des Außendurchmessers, die in einer ersten Messebene ermittelt wird, dient eine optische Messvorrichtung. Die Messebene dieser optischen Messvorrichtung ist dabei senkrecht und quer zur Mittelachse
25 der Vorrichtung angeordnet. Mit anderen Worten, die Mittelachse der Vorrichtung und auch die Leiterachse bildet die Normale zu dieser Messebene.

Die optische Messvorrichtung kann beliebiger und bekannter Art sein. Es sind verschiedene derartige Messvorrichtungen bekannt und in den

eingangs genannten Druckschriften beschrieben. Die Art dieser optischen Messvorrichtung ist somit nicht kritisch. Zweckmäßigerweise ist diese optische Messvorrichtung derart ausgestaltet, dass der Durchmesser des Kabels in einer X-Richtung und einer Y-Richtung ermittelt wird, wobei
5 diese beiden Richtungen insbesondere senkrecht zueinander verlaufen bzw. aufeinander stehen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist ferner mit einer induktiven Messspulenvorrichtung zur Bestimmung der Zentrität bzw. der Exzentrizität des Leiters in der Umhüllung ausgerüstet. Die Messebene
10 dieser Messspulenvorrichtung, die hier auch als zweite Messebene bezeichnet wird, verläuft ebenfalls senkrecht und quer zur Mittelachse der Vorrichtung und damit auch zur Leiterachse.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich nun dadurch aus, dass die erste Messebene der optischen Messvorrichtung mit der zweiten
15 Messebene der Messspulenvorrichtung zusammenfällt, wodurch sich die gemeinsame aktive Messebene M ergibt. Die Leiterposition und die Außenabmessung des zu vermessenden Kabels wird somit in ein und derselben Ebene bestimmt. Zweckmäßigerweise werden die optische Messung und die induktive Messung zum gleichen Zeitpunkt durchgeführt.
20 Mit anderen Worten, beide Messungen beziehen sich auf dieselbe Stelle bzw. denselben Ort des zu vermessenden Kabels.

Die optische Messvorrichtung weist vorzugsweise zwei Lichtquellen auf, die um insbesondere 90° zueinander versetzt angeordnet sind und von denen Licht in der ersten Messebene auf den Strang emittiert wird, das auf
25 der dem Strang gegenüberliegende Seite von jeweils einem der Lichtquelle zugeordneten Sensor detektiert wird.

Stichworte zur IDEE:

- Synchrone Messung der Leiterposition (induktiv) und des Kabels (optisch) in Echtzeit, sowie eine Positionsregelung für optimale Messkonditionen (Messobjekt möglichst im Messfeldzentrum)
- Induktive Messung passiv.
- Induktive Messung aktiv mit induziertem Strom im Leiter.
- Induktive Messung mit Spulenpaar.
- 5 • Induktive Messung mit Differenz-Spule.
- Optische Messung mit Laserscanner.
- Optische Messung mit CCD Kamera.
- Optische Messung auf photometrischer Basis

A. Messebenen für die Messachsen X und Y getrennt:

- Messungen von X und Y (optisch und induktiv) je in einer Ebene, synchron und in Echtzeit verarbeitet.
- Synchronisation der beiden optischen Messsystemen durch gemeinsame Triggerung der Messung (Shuter, Blitz, Auslesen der CCD, o.ä.)
- Synchronisation der beiden optischen Messsystemen durch eine Synchronregelung der optischen Scanner.
- 10 • Synchronisation der beiden optischen Messsystemen durch Verwendung eines gemeinsamen Scanners (Polygonalspiegels) und einem mit Spiegeln entsprechend gefalteten Strahlengang.
- Optischer Scanner mit je einem Laser für jede Messachse.
- Positionsregelung der gesamten Messeinrichtung.
- Positionsregelung ausschliesslich der induktiven Messeinrichtung, wobei deren aktuelle Position immer in Echtzeit mit der optischen Messung gekoppelt ist. Diese Massnahme erlaubt eine minimale Reaktionszeit der Lageregler, da die zu bewegenden Massen sehr klein gehalten werden können.
- Eine mit der induktiven Messung mechanisch fest gekoppelte Abschirmung, die eine Beeinflussung der Feldverteilung durch Geräteteile verhindert, welche während der Verlagerung des induktiven Messsystems durch den Lageregler auftreten kann.
- 15 • Koppelung der induktiven Messung an die optische durch ein Referenzelement im optischen Messfeld.
- Koppelung der induktiven Messung an das optische System durch ein mit dem induktiven System gekoppelten Messfenster für die optische Messung.
- Positionsregelung auf Messfeldmitte der induktiven Messung mit Referenzgeber für die optische Messung zur Bestimmung der für die Exzentrizität massgebende Abweichung.
- Positionsregelung nach der optischen Messfeldmitte und Bestimmung der Exzentrizität auf Grund der Mittenabweichung der induktiven Messung.

B. Messung aller Grössen in ein und derselben Ebene:

- Optische Messung aller Achsen in derselben Ebene.
- Synchronisation der beiden optischen Achsen durch Verwendung eines gemeinsamen Scanners (Polygonalspiegels) und einem mit Spiegeln entsprechend gefalteten Strahlengang.
- Optischer Scanner mit je einem Laser für jede Messachse.
- Trennung der einzelnen optischen Achsen durch Einsetzen verschiedener Wellenlängen.
- 5 • Trennung der optischen Achsen durch zeitlichen Versatz der Messungen.
- Messung der Leiterposition durch Feldspulen (induktiv).
- Messung der Leiterposition mittels je einem Spulenpaar pro Achse unmittelbar vor und nach der optischen Messung, damit die Lage des Leiters in der Ebene der optischen Messung durch Interpolation bestimmt werden kann.
- Messung der Leiterposition mittels je einer Differenzspule pro Achse unmittelbar vor und nach der optischen Messung, damit die Lage des Leiters in der Ebene der optischen Messung durch Interpolation werden kann.
- Messung der Leiterposition mittels je einem Spulenpaar pro Achse in zentrischer Lage zur optischen Messung, wobei die Feldspulen derart gestaltet sind, damit die optische Messung nicht durch störende Spulenteile beeinträchtigt wird.
- 10 • Messung der Leiterposition mittels je einer Differenzspule pro Achse in zentrischer Lage zur optischen Messung, wobei die Feldspulen derart gestaltet sind, dass die optische Messung nicht durch störende Spulenteile beeinträchtigt wird.
- Lageregelung des gesamten Systems auf zentrische Lage des Messobjektes im Messfeld.
- Lageregelung ausschliesslich des induktiven Messsystems auf optimale Messfeldmitte. Diese Massnahme erlaubt eine minimale Reaktionszeit der Lageregler, da die zu bewegenden Massen sehr klein gehalten werden können.
- Eine mit der induktiven Messung mechanisch fest gekoppelte Abschirmung, die eine Beeinflussung der Feldverteilung durch Geräteteile verhindert, welche während der Verlagerung des induktiven Messsystems durch den Lageregler auftreten kann.

Berührungslose Messung der Exzentrizität von Kabeln in der laufenden Produktionslinie.

15

1. Messung der Leiterposition und der Aussendimension in ein und der selben Ebene.
2. Messung der Leiterposition und der Aussendimension im genau gleichen Zeitpunkt.
3. Messung der Leiterposition induktiv, wobei auf dem Wirbelstromprinzip basierte, symmetrisch zur Mittelachse angeordnete Sensoren den Abstand der Leiteroberfläche beidseits des Leiters messen und aus der Differenz die Abweichung der Leiterachse zur Mittelachse bestimmt wird.

4. Messung der Leiterposition induktiv, wobei im Leiter ein hochfrequenter Wechselstrom induziert wird und mit symmetrisch zur Mittelachse angeordneten Messspulen die Feldstärke beidseits des Leiters ermittelt wird und aus der Differenz der Abstand der Leiterachse zur Mittelachse bestimmt wird.
5. Messung der Leiterposition induktiv, wobei im Leiter ein hochfrequenter Wechselstrom induziert wird und mit zur Mittelsachse symmetrischen Messspulen, deren aktive Messebene in der Mittelachse der aktiven Messebene liegen und dass die Feldstärke beidseits des Leiters gemessen wird und aus der Differenz der Abstand der Leiterachse zur Mittelachse bestimmt wird.
6. Messung der Leiterposition induktiv, wobei die Feldstärke mit Messspulenpaaren gemessen wird, die symmetrisch zur aktiven Messebene angeordnet sind, und dass die Summe der Messspulenpaare einer Seite mit der Summe der Messspulenpaare der gegenüberliegenden Seite des Leiters verrechnet wird und so der Abstand der Leiterachse zur Mittelachse bestimmt wird, ohne dass eine mögliche Schiefelage der Leiterachse in Bezug auf die Mittelachse aus der aktiven Messebene zu Fehler führt.
7. Messung der Leiterposition induktiv, wobei die Feldstärke mit zur Mittelsachse symmetrischen Messspulen gemessen wird, die symmetrisch zur aktiven Messebene angeordnet sind, und dass die Summe der Feldstärken einer Seite mit der Summe der Feldstärken der gegenüberliegenden Seite des Leiters verrechnet wird und so der Abstand der Leiterachse zur Mittelachse bestimmt wird, ohne dass eine mögliche Schiefelage der Leiterachse in Bezug auf die Mittelachse aus der aktiven Messebene zu Fehler führt.
8. Messung der Leiterposition in der Messebene durch Verwendung obiger Spulenanordnungen in 2 zueinander senkrechten Ebenen, deren Schnittlinie in der Mittelachse des Messsystems liegt.
9. Messung der Aussendimension optisch mit 2 oder mehr Laserscannern, deren Messfelder in der Messebene liegen.
10. Messung der Aussendimension optisch mit abbildender Optik, zum Beispiel mit 2 oder mehr CCD Kameras, deren Messfelder in der Messebene liegen.
11. Aufbau des Messsystems in der Art, dass das Produkt einfach durch einen Messspalt eingeführt werden kann und nicht durch ein langes Loch eingefädelt werden muss.
12. Ergänzung des Gerätes durch ein Positioniersystem, das mit Hilfe von Positionsmotoren die Messgeräteausrüstung für eine optimale zentrische Lage des Produktes selbsttätig ausführen kann.

PATENTANSPRÜCHE

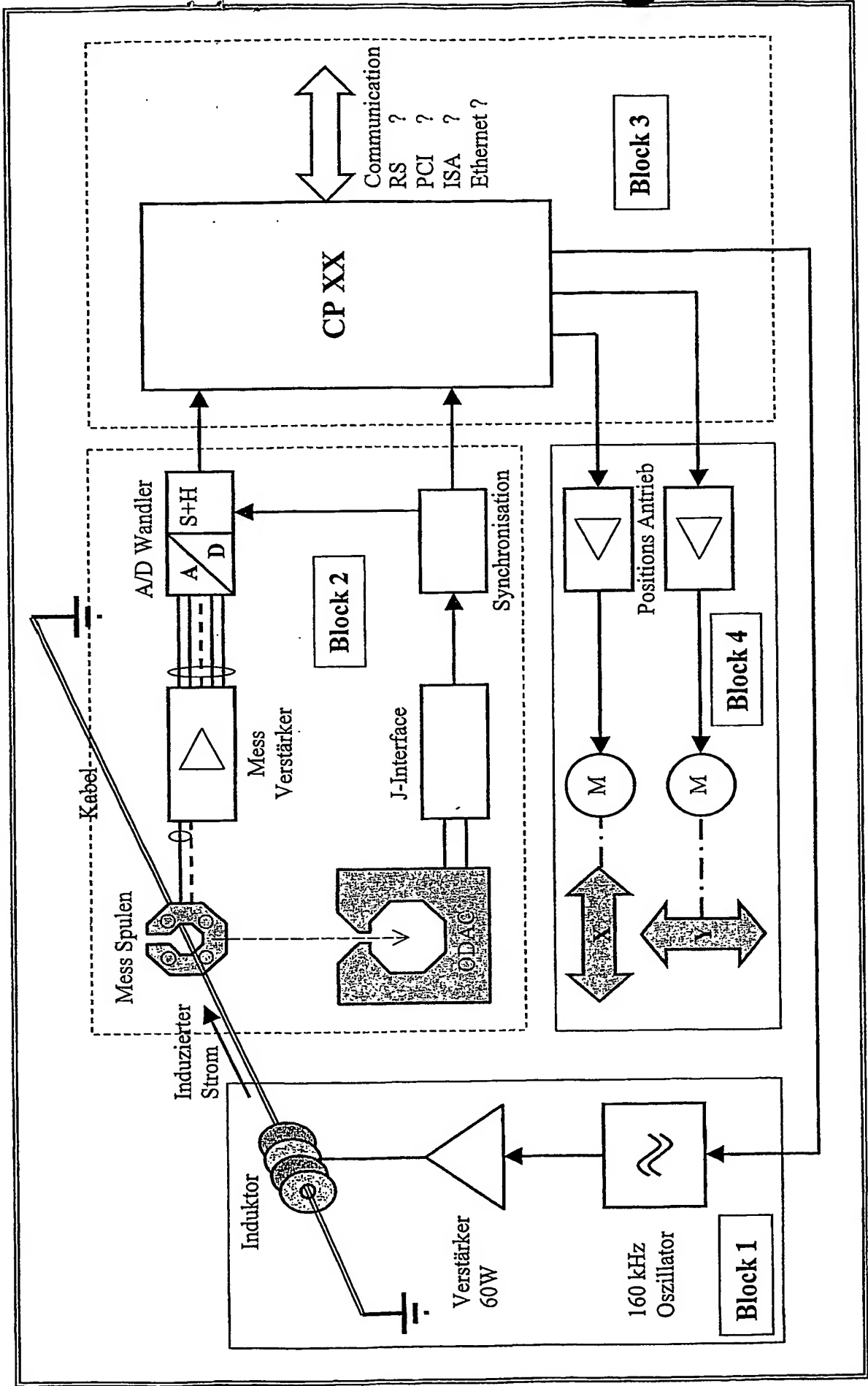
1. Vorrichtung zur berührungslosen Bestimmung
 - a) einerseits des Außendurchmessers eines Stranges, der einen Leiter umhüllt sowie isoliert und in Richtung der Mittelachse dieser Vorrichtung durch diese Vorrichtung hindurchgezogen wird, mittels einer optischen Messvorrichtung, welche den Außendurchmesser in einer ersten Messebene, die senkrecht und quer zur Mittelachse Z der Vorrichtung angeordnet ist, ermittelt, und
 - b) andererseits der Zentrizität des Leiters in der Umhüllung mittels einer induktiven Messspulenvorrichtung in einer zweiten Messebene, die ebenfalls senkrecht und quer zur Mittelachse Z der Vorrichtung angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Messebene der optischen Messvorrichtung mit der zweiten Messebene der Messspulenvorrichtung zusammenfällt, wodurch sich eine gemeinsame aktive Messebene M ergibt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
jeweils eine optische Messung in einer zur Mittelachse Z senkrechten X-Richtung und in einer ebenfalls zur Mittelachse Z senkrechten Y-Richtung erfolgt und die X- und Y-Richtung einen Winkel einschließen, der insbesondere 90° beträgt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die optische Messvorrichtung zwei Lichtquellen, von denen eine Licht in der X-Richtung und die andere Licht in der Y-Richtung auf den Strang emittiert, und auf der dem Strang gegenüberliegenden Seite jeweils einen Lichtsensor aufweist, der das von der gegenüberliegenden Lichtquelle emittiert Licht detektiert.

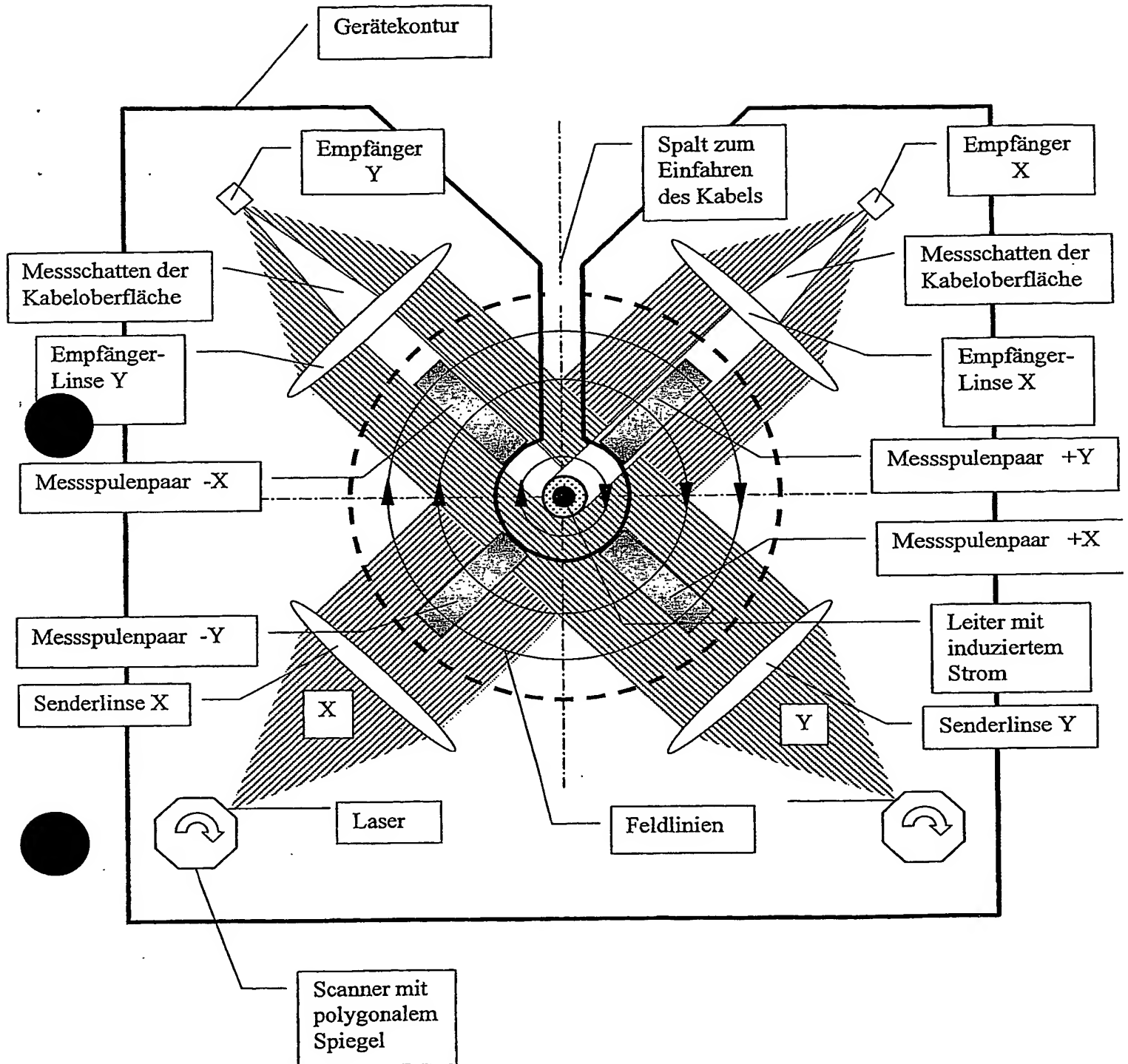
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Einrichtung zur Induktion eines hochfrequenten Wechselstroms in
dem Leiter vorhanden ist.
- 5 5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Messspulenvorrichtung vier Paare von Messspulen $(+X, -X; +Y, -Y)$
umfasst, vier Messspulen $(+X^1, +X^2, -X^1, -X^2)$ in einer X-Ebene
angeordnet und vier Messspulen $(+Y^1, +Y^2, -Y^1, -Y^2)$ in einer Y-Ebene
angeordnet sind, sich die X- und Y-Ebenen senkrecht zur Messebene
M erstrecken sowie sich in der Mittelachse Z schneiden und zwischen
sich einen Winkel einschließen, der insbesondere 90° beträgt, eine
Messspule $(+X^1; -X^1/ +Y^1; -Y^1)$ eines Messspulenpaares $(+X; -X; +Y;$
-Y) vor der Messebene M und die andere Messspule $(+X^2; -X^2/ +Y^2;$
-Y²) dieses Messspulenpaares $(+X; -X; +Y; -Y)$ hinter der Messebene
M angeordnet sind und die Messspulen $(+X^1, +X^2, -X^1, -X^2/ +Y^1, +Y^2,$
-Y¹, -Y²) symmetrisch zur aktiven Messebene M und zur Mittelachse Z
angeordnet sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
alle Messspulen $(-X^1, -X^2, +X^1, +X^2/ -Y^1, -Y^2, +Y^1, +Y^2)$ gleiche Form
und Fläche besitzen.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Summe der Feldstärken eines Messspulenpaares $(+X; +Y)$ in der
X-Ebene oder Y-Ebene mit der Summe der Feldstärken des
dazugehörigen Messspulenpaares $(-X; -Y)$ auf der gegenüberliegenden
Seite der Mittelachse Z verrechnet wird.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass

die X-Richtung der optischen Messung in der X-Ebene der induktiven Messung und die Y-Richtung der optischen Messung in der Y-Ebene der induktiven Messung liegen.

ODEX-2.1a Systemübersicht

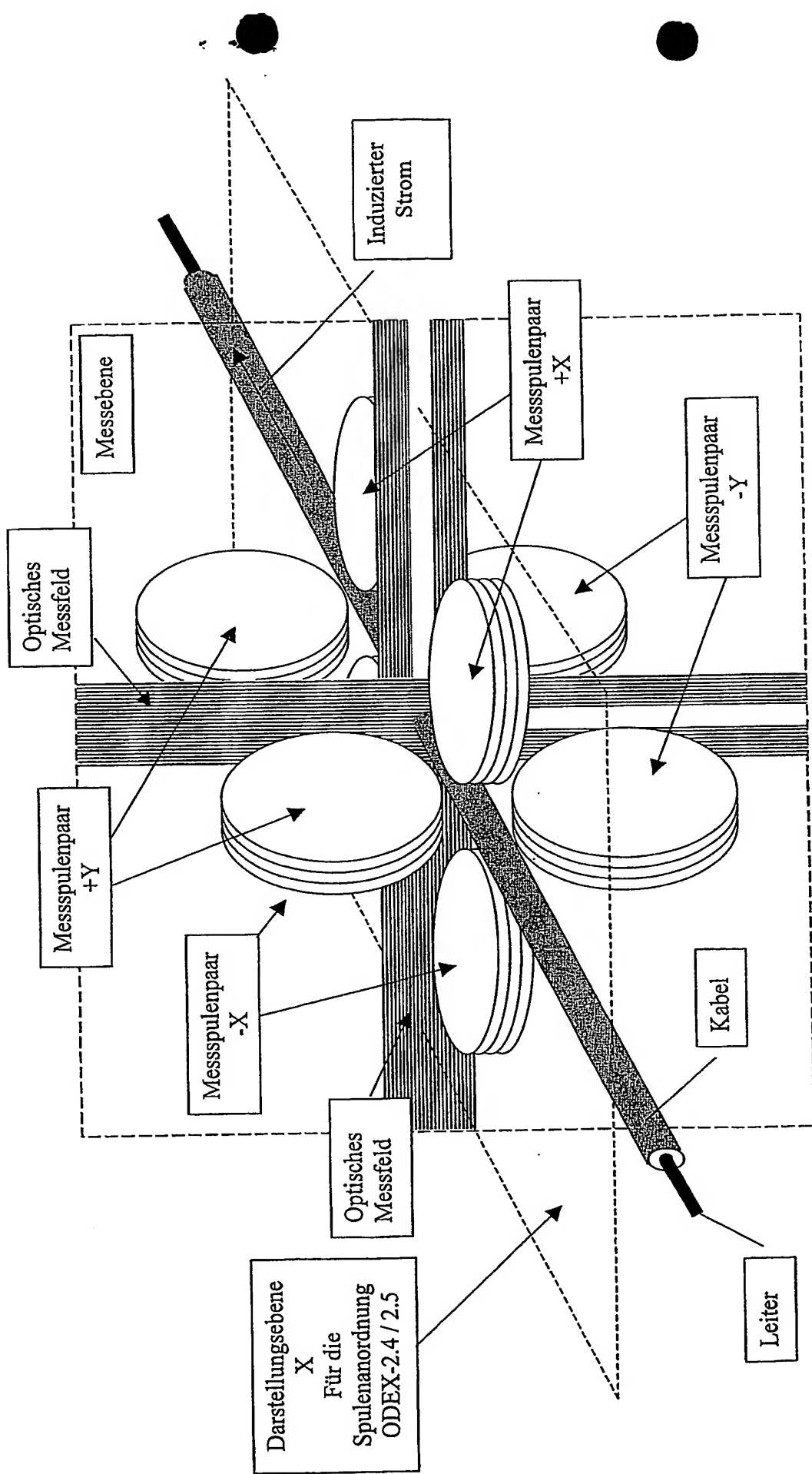
15.03.02. UP





ODEX-2.3a Differentialsystem, inaktive und optische Messung in einer Ebene mit 4 Spulenpaaren

25.3.02 / UP

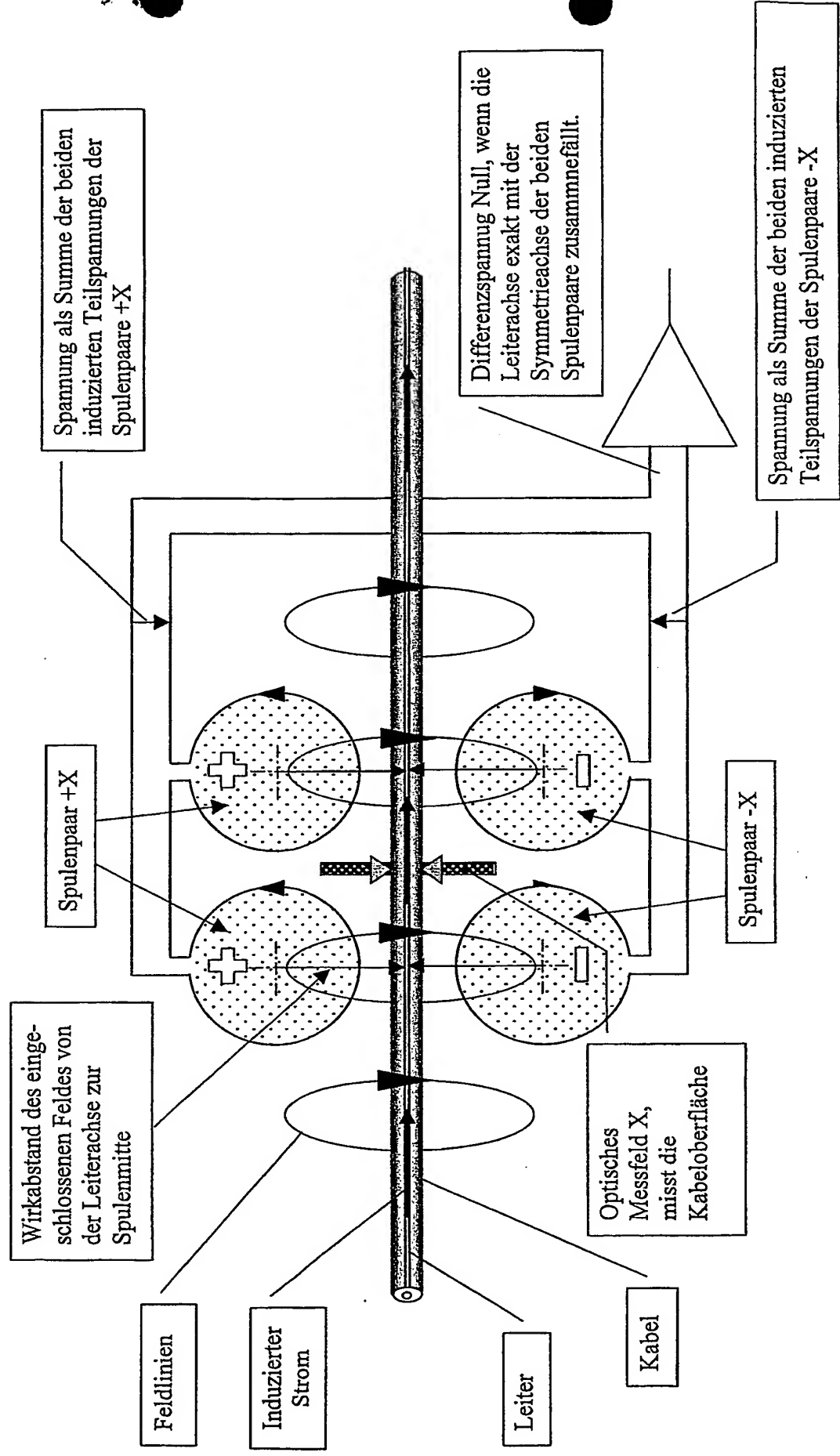


ODEX-2.4a Induktive Messung (symmetrisch) beider Spulenpaare $+/-X$ der Darstellungsebene X

25.3.02 / UP

Das heisst in allen 4 Spulen werden die gleich grossen Spannungen induziert, wenn die Leiterachse mit der Symmetrieachse der beiden Spulenpaare zusammenfällt.

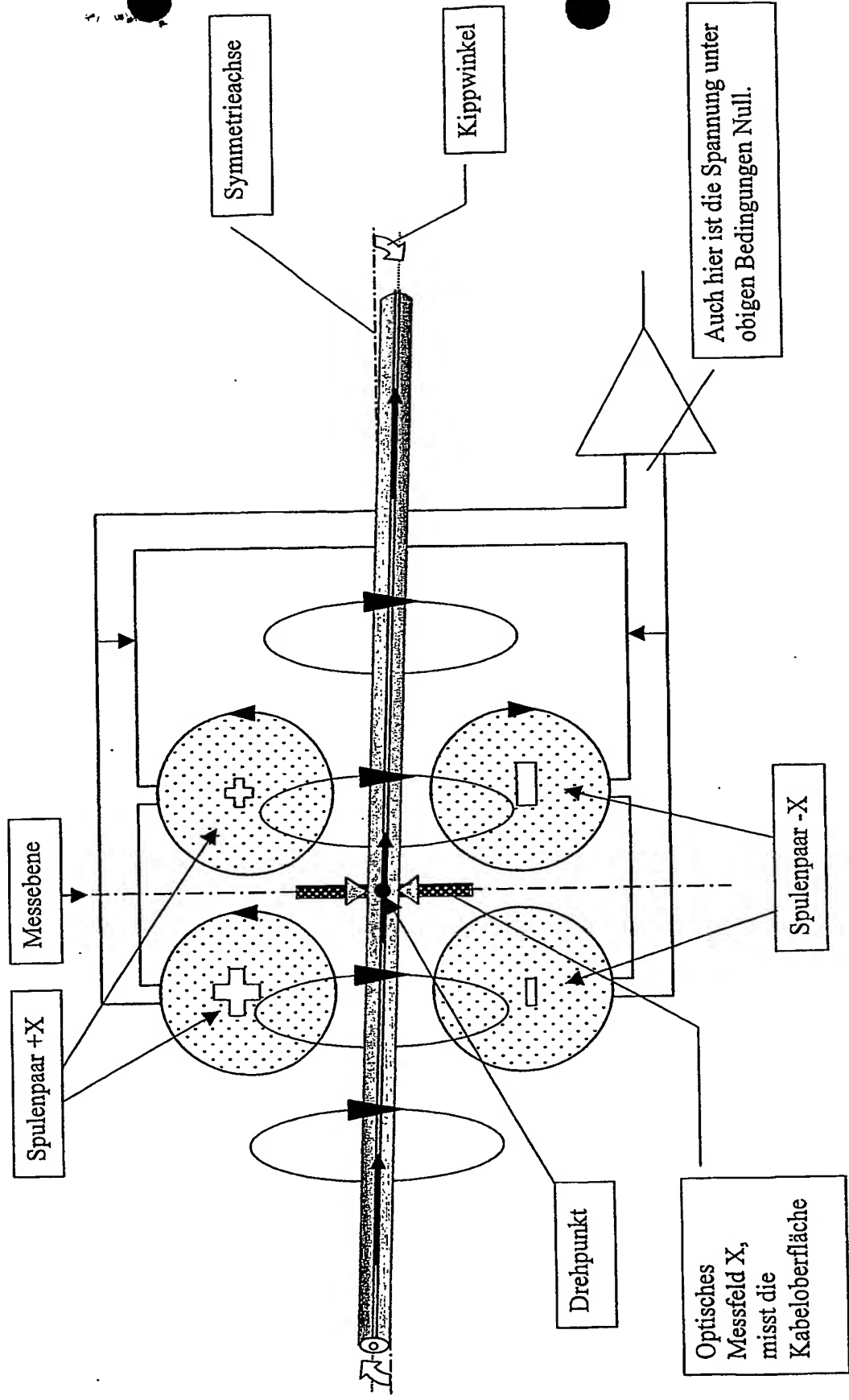
Identische Formen und Flächen, symmetrisch zur Leiterachse werden von symmetrischen Feldlinien durchdrungen, welche vom induzierten Strom im Leiter erzeugt werden).



ODEX-2.5a Induktive Messung (schief) beider Spulenpaare $\pm X$ in der Darstellungsebene X

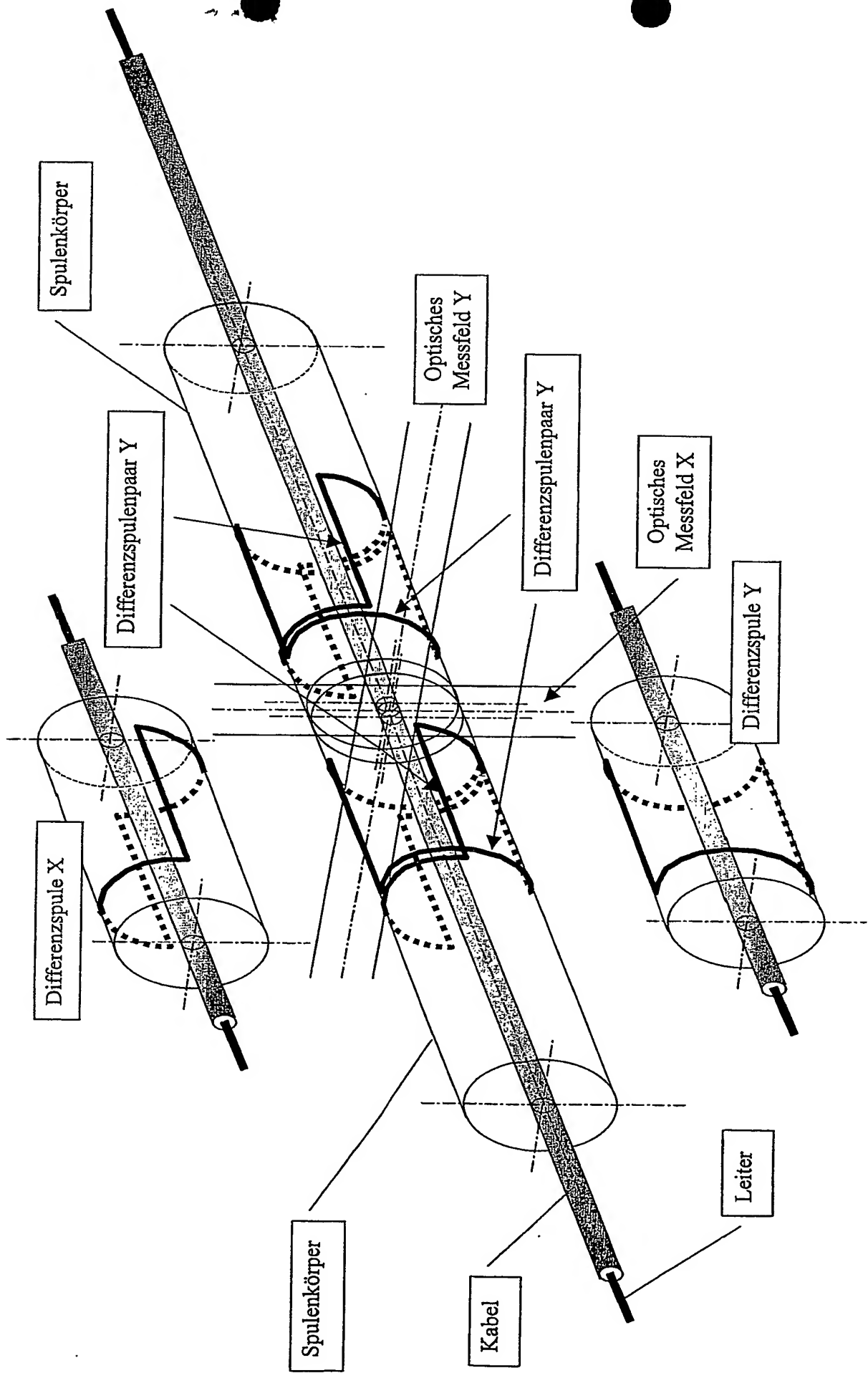
25.3.02 / UP

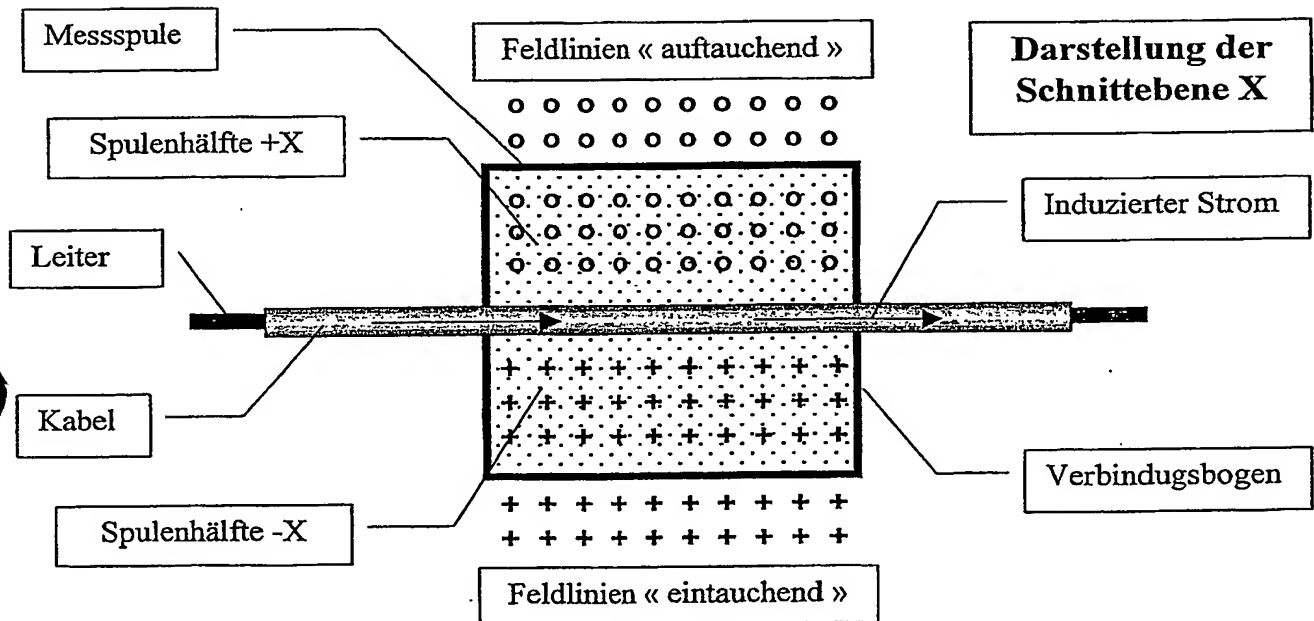
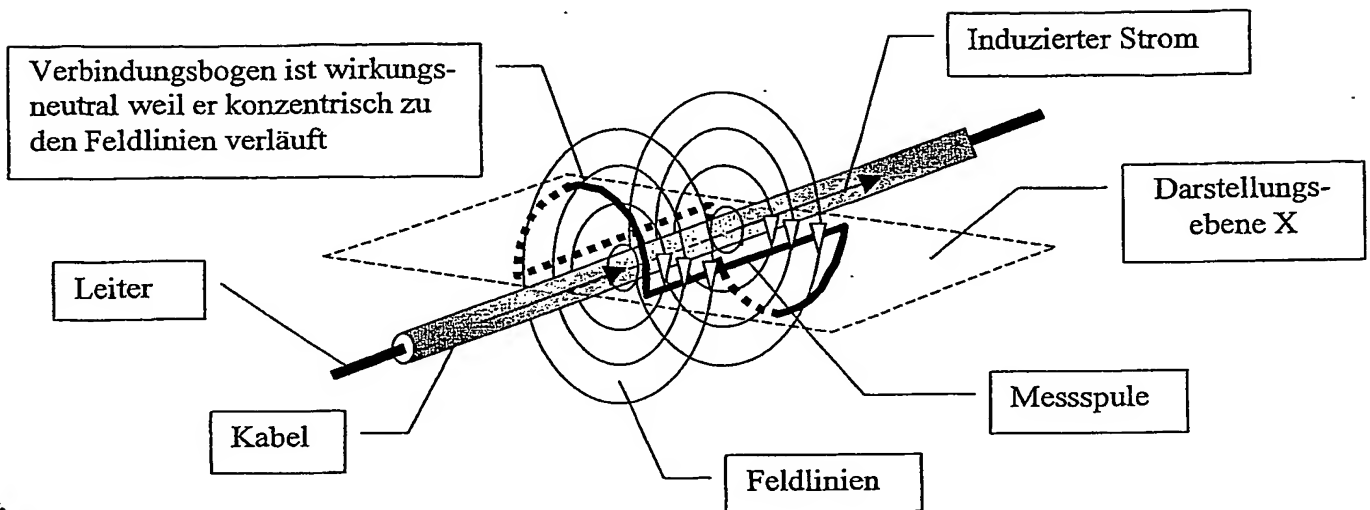
Die induzierten Spannungen in den einzelnen Spulen der Paare sind ungleich, jedoch die Summe jeden Paares einer Seite ($\pm X$) entsprechen derjenigen der symmetrischen Gegenseite ($-X$), wenn der Drehpunkt der Mittelachse des schiefen Leiters im Schnittpunkt von Messebene und Symmetrieachse der Spulenanordnung liegt.



ODEX-2.6a Differenz-Spulen (Kabel mit 2 Spulenpaaren)

2.5.3.02 / UP





Sind beide Spulenhälften wirkflächenmässig gleich gross, werden entsprechend der Richtung der Feldlinien 2 entgegengesetzte Spannungen induziert, die sich folglich in der gleichen Spule gegenseitig aufheben, wenn sich die Leiterachse mit der Symmetrieachse der Spule deckt. Entfernt sich die Leiterachse aus der Symmetrieachse, wird das Gleichgewicht gestört und es entsteht eine resultierende Spannung entsprechend der Differenz der induzierten Teilspannungen in den beiden Spulenteilen. Je nach Richtung mit der entsprechenden Phase gegenüber dem induzierten Strom.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.